

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-131204

(P2007-131204A)

(43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B 6 1 F 5/24 (2006.01)</b>	B 6 1 F 5/24 A	3 D 3 0 1
<b>B 6 1 F 5/12 (2006.01)</b>	B 6 1 F 5/12	
<b>B 6 0 G 17/015 (2006.01)</b>	B 6 0 G 17/015 A	
<b>B 6 0 G 17/0165 (2006.01)</b>	B 6 0 G 17/0165	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-327138 (P2005-327138)	(71) 出願人	000173784 財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町2丁目8番地38
(22) 出願日	平成17年11月11日(2005.11.11)	(71) 出願人	390021577 東海旅客鉄道株式会社 愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号
		(71) 出願人	000000929 カヤバ工業株式会社 東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル
		(74) 代理人	100067367 弁理士 天野 泉
		(72) 発明者	佐々木 君章 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財団法人鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

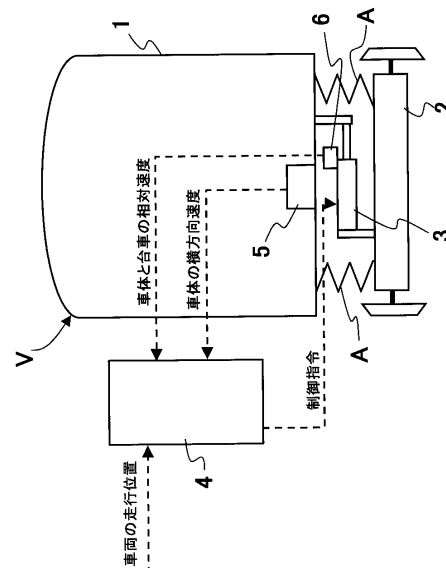
(54) 【発明の名称】 鉄道車両の制振装置

(57) 【要約】

【課題】 路線条件によらず車両における乗り心地を向上することが可能なセミアクティブ制御を行う鉄道車両の制振装置を提供することである。

【解決手段】 鉄道車両Vにおける車体1と車体1を支持する台車2との間に介装され該車両Vの進行方向に対し水平横方向の車体の振動を抑制する減衰力可変ダンパ3と、該減衰力可変ダンパ3が発生する発生する上記車体振動を抑制する制御力Fをスカイフックセミアクティブ制御する制御手段4を備えた鉄道車両の制振装置において、制御手段4は、車両Vの走行位置に基づいてスカイフック減衰係数Csを変更する。

【選択図】 図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

鉄道車両における車体と車体を支持する台車との間に介装され該車両の進行方向に対し水平横方向の車体の振動を抑制する減衰力可変ダンパと、該減衰力可変ダンパが発生する上記車体振動を抑制する制御力をスカイフックセミアクティブ制御する制御手段を備えた鉄道車両の制振装置において、制御手段は、車両の走行位置に基づいてスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする鉄道車両の制振装置。

**【請求項 2】**

制御手段は、車両の走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照してスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両の制振装置。

10

**【請求項 3】**

車両の走行位置に予め関連付けられる路線条件マップを参照して路線条件を得て、得られた該路線条件に基づいてスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする請求項 1 に記載の鉄道車両の制振装置。

**【請求項 4】**

路線条件に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照してスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする請求項 3 に記載の鉄道車両の制振装置。

**【請求項 5】**

路線条件には少なくとも路線がトンネル区間であることを示す情報が含まれることを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の鉄道車両の制振装置。

20

**【請求項 6】**

車両が路線条件の異なる路線区間に侵入する前に予め路線条件に関連付けられるスカイフック減衰係数に変更することを特徴とする請求項 3 から 5 のいずれかに記載の鉄道車両の制振装置。

**【請求項 7】**

走行位置に予め関連付けられる路線条件における条件開始点は実路線の条件開始点より手前側にずらして関連付けられていることを特徴とする請求項 3 から 5 のいずれかに記載の鉄道車両の制振装置。

**【請求項 8】**

自車両の編成列車中の位置を認識し、任意車両の走行位置情報を補正して自車両の走行位置を判断することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の鉄道車両の制振装置。

30

**【請求項 9】**

自車両の編成列車中の位置を認識するととともに、編成列車の先頭車両から最後尾車両まで車両の配列順にスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の鉄道車両の制振装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、鉄道車両の制振装置の改良に関する。

40

**【背景技術】****【0002】**

鉄道車両の走行時には、レール設置面の傾斜、横風、旋回走行時に車両に負荷される遠心力等を原因として車体に車両の進行方向に対して水平横方向への振動が作用する。この横方向の振動は、鉄道車両における乗り心地を悪化させる原因となるため、この振動を抑制するために、従来の制振装置では、車体と台車の間に空気バネやコイルバネ等を介装して車体が台車から受ける衝撃を吸収すると共に、該バネの振動を抑制するべくダンパを配在させている。

**【0003】**

そして、この制振装置では、上記振動をより一層効果的に抑制するために、ダンパの減

50

衰力を可変とし、このダンパに出力させる制御力を制御するコントローラをも備えており、スカイフック制御則に則ってダンパが出力する制御力を制御するようにしている（たとえば、特許文献1参照）。

【0004】

また、他の鉄道車両の制振装置ではあるが、車体と台車との間に介装され車体の上下振動を抑制する減衰ダンパと、同じく車体と台車との間に介装され前記減衰ダンパと並列に配置される流体アクチュエータと、該流体アクチュエータを制御する制御手段とを備え、制御手段は、予め鉄道車両の軌道上の走行位置と軌道の凹凸不正量情報とを直接関連付けたデータを保有し、鉄道車両の走行位置に基づいて該データを参照して軌道の凹凸不正量を得て、フィードフォワード制御することによって鉄道車両の上下振動を抑制しようとする試みもある（たとえば、特許文献2参照）。 10

【0005】

さらに、別の鉄道車両の制振装置の提案がなされており、この提案では、車体と台車との間に介装され車体の横方向の振動を抑制する減衰ダンパと、同じく車体と台車との間に介装され前記減衰ダンパと並列に配置される空圧アクチュエータと、該空圧アクチュエータを制御する制御手段とを備え、制御手段は、鉄道車両の走行位置から鉄道車両がトンネル内にあるか否かを判断し、車両がトンネル内にある場合、特にパンタグラフ付き車両と最後尾車両について他の車両とは異なる制御ゲインを設定して、アクティブ制御するものである（たとえば、特許文献3参照）。

【特許文献1】特開平10-297485号公報（図2） 20

【特許文献2】特公平5-80385号公報（実施例、図1）

【特許文献3】特許第3107133号公報（段落番号0009～0028，図3～図8）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特開平10-297485号公報の鉄道車両の制振装置にあっては、車両がどのような路線条件の路線区間を走行しているか、すなわち、路線区間がトンネル区間、曲線区間あるいは直線区間であるのかを判断せずに、同一のスカイフック減衰係数を用いてセミアクティブ制御していたので、種々の路線条件に最適な制御ができず、車両の進行方向に対し水平横方向の振動を十分に抑制できない可能性がある。 30

【0007】

また、特公平5-80385号公報の鉄道車両の制振装置にあっては、車両がどのような路線条件の路線区間を走行しているかについては認識しているが、上下振動のみを対象とした制御であり横方向の振動を抑制できず、予め軌道不正量情報を計測しておかなければならず、さらには、膨大な軌道不正量情報を保有しておく必要もあり、その制御も煩雑となり、アクティブ制御を採用しているので装置自体が非常に高価で重量も重くなってしまふ不都合がある。

【0008】

そして、特許第3107133号公報の鉄道車両の制振装置にあっては、トンネル内とトンネル外との切り分けで制御ゲインを変更するようにしており、種々の路線条件に対応することができず、振動を十分に抑制できない可能性があり、また、特公平5-80385号公報の鉄道車両の制振装置と同様にアクティブ制御を採用しているので装置自体が非常に高価で重量も重くなってしまふ不都合がある。 40

【0009】

そこで、本発明は、上記不具合を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、路線条件によらず車両における乗り心地を向上することが可能なセミアクティブ制御を行う鉄道車両の制振装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記した目的を達成するため、本発明の課題解決手段は、鉄道車両における車体と車体を支持する台車との間に介装され該車両の進行方向に対し水平横方向の車体の振動を抑制する減衰力可変ダンパと、該減衰力可変ダンパが発生する上記車体振動を抑制する制御力をスカイフックセミアクティブ制御する制御手段を備えた鉄道車両の制振装置において、制御手段は、車両の走行位置に基づいてスカイフック減衰係数を変更することを特徴とする。

#### 【発明の効果】

##### 【0011】

したがって、この鉄道車両の制振装置によれば、車両の走行位置に最適となるスカイフック減衰係数に変更することが可能であるので、常に車両の走行している路線条件に最適なスカイフック減衰係数でスカイフックセミアクティブ制御を実施でき、車体の振動を効果的に抑制することができ、これによって、車両における乗り心地が飛躍的に向上することになる。

10

##### 【0012】

また、上記スカイフック減衰係数の変更の際して、膨大なデータを予め取得しておく必要もなく、制御処理も簡単であり、さらに、アクティブ制御装置に必要な流体圧源等の搭載の必要がない装置自体が安価で重量も軽量のセミアクティブな制振装置で路線条件によらずに車体の振動を効果的に抑制することができるので、経済性および実用性が向上する。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

20

##### 【0013】

以下、図に示した実施の形態に基づき、本発明を説明する。図1は、一実施の形態における鉄道車両の制振装置のシステムにおける一例を示す図である。図2は、一実施の形態における鉄道車両の制振装置を搭載した車両の平面図である。図3は、鉄道車両の制振装置を搭載した車両を複数連結して編成列車とした状態を示す図である。図4は、車両の走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップの一例を示す図である。図5は、一実施の形態におけるスカイフック減衰係数の変更処理手順を示すフローチャートである。図6は、一実施の形態における鉄道車両の制振装置におけるスカイフックセミアクティブ制御手順を示すフローチャートである。図7は、車両の走行位置に予め関連付けられる路線条件マップの一例を示す図である。図8は、路線条件に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップの一例を示す図である。図9は、他の実施の形態におけるスカイフック減衰係数の変更処理手順を示すフローチャートである。

30

##### 【0014】

一実施の形態における鉄道車両の制振装置は、基本的には、図1および図2に示すように、車両Vの進行方向に対して水平横方向（以下、単に「横方向」という）の車体1の振動を抑制するように車体1と前後の台車2との間に介装される減衰力可変ダンパ3と、各減衰力可変ダンパ3をスカイフックセミアクティブ制御する制御部4とを備えて構成されている。なお、車体1は、車体1と台車2との間に介装されるエアバネA等によって弾性支持されている。

##### 【0015】

減衰力可変ダンパ3は、減衰力可変の流体圧ダンパであって、制御部4からの制御指令を受けると、たとえば、図示しないソレノイドバルブ等の制御弁が流体に与える抵抗を制御指令どおりに変更することによって減衰特性を変更することが可能なようになっている。

40

##### 【0016】

そして、制御部4は、減衰力可変ダンパ3をスカイフックセミアクティブ制御するために、外部に設置した検出器5, 6から、車体1の横方向速度および車体1と台車2との横方向の相対速度の情報を得て制御力を演算できるようにCPU (Central Processing Unit) 等の演算処理装置と、上記演算処理装置に記憶領域を提供するRAM (Random Access Memory) 等の主記憶装置部と、上記制御

50

力演算処理およびスカイフック減衰係数を変更する際に使用されるプログラム等が格納されるHD (Hard Disk)等の副記憶装置を備えており、この演算された制御力を上記減衰力可変ダンパ3に発生させるための制御指令を該減衰力可変ダンパ3に出力できるようになっている。なお、上記演算処置等のプログラムについては、記憶媒体に記憶させておき、これを逐次読み出すことができるドライブを設けておくようにしてもよい。

【0017】

ちなみに、スカイフックセミアクティブ制御にあたり、制御部4は、 $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} > 0$ のときには、制御力Fを $F = Cs \times (dX/dt)$ によって演算し、また、 $(dX/dt) \times d(X-Y) < 0$ のときには、制御力Fを $F = 0$ とする。なお、ここで、 $dX/dt$ は車体1の横方向速度であり、 $d(X-Y)/dt$ は、車体1と台車2の横方向の相対速度であり、Csはスカイフック減衰係数である。

10

【0018】

また、制御部4は、車両Vの走行位置情報に対応して、スカイフック減衰係数Csを変更することができるようになっており、具体的には、制御部4は、図示しない副記憶装置に格納される車両Vの走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照して、そのときの車両Vの走行位置に対応するスカイフック減衰係数Csを抽出して、上記制御力演算を実行する。

【0019】

制御部4によって演算された制御力Fは、さらに、制御指令として減衰力可変ダンパ3に送信され、これにより、減衰力可変ダンパ3は該制御力Fを発生することになる。この減衰力可変ダンパ3の制御にあたり、制御部4は、減衰力可変ダンパ3における伸縮速度となる車体1と台車2の相対速度を得ており、また、制御中に減衰力可変ダンパ3の減衰特性を把握できるので、減衰力可変ダンパ3が出力している力を演算でき、それをフィードバックして制御するようにしてもよい。

20

【0020】

したがって、上記スカイフックセミアクティブ制御によれば、たとえば、車体1が図1中左方に振れたとすると、検知器5から車体1の速度情報が制御部4に送られるとともに、検知器6から車体1と台車2の相対速度情報が制御部4に送られ、台車2が車体1よりも遅い速度で左方に振れているか、或いは、車体2とは逆に右方に振れている場合には、 $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} > 0$ の条件を満たすので、減衰力可変ダンパ3は、 $F = Cs \times (dX/dt)$ で演算される制御力Fを制御部4からの制御指令に従って出力し、車体1の振動を抑制する。反対に、台車2がレールの狂い等により車体1の左方への振れ速度よりも速い速度で左方に振れたとすると、 $(dX/dt) \times d(X-Y) < 0$ 条件を満たすことになり、減衰力可変ダンパ3は、制御力 $F = 0$ となり、制御部4からの制御指令に従って発生制御力Fを0とし、減衰力可変ダンパ3は、その発生する制御力で車体1を加振することがないように制御される。ここで、制御力 $F = 0$ を上記した制御部4に制御下に置かれる制御弁のみを駆動することによって、実現してもよいが、たとえば、台車2の振れ速度が車体1の同方向への振れ速度より速くなる場合に機能するアンロードバルブ等を別途減衰力可変ダンパ3に設けて、減衰力可変ダンパ3内の圧力室に車体1をさらに大きく振ることになるような流体圧力を生じないようにしておくようにしてもよい。

30

40

【0021】

具体的には、減衰力可変ダンパ3を伸び効き(伸長行程時のみに制御力を発生する)、圧効き(圧縮行程時のみに制御力を発生する)の特性となるように制御弁によって切り変えられる構成としておき、上記スカイフック制御則に則って制御する場合には、減衰力可変ダンパ3の伸長側における相対速度 $d(X-Y)$ を正と定め、 $dX/dt > 0$ の場合、減衰力可変ダンパ3を伸び効きに切換えておくことにより、 $d(X-Y) > 0$ であれば $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} > 0$ が満たされ、制御力 $F = Cs \times (dX/dt)$ をダンパ伸長側で発生させ、他方、 $d(X-Y) < 0$ であれば $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} < 0$ となって制御力 $F = 0$ となるので、減衰力可変ダンパ3は制御力を

50

発生しないように制御する必要があるが、この場合、減衰力可変ダンパ3は圧縮行程となつて制御力を発生しない状態となるので、特別な制御をする必要がない。反対に、 $dX/dt < 0$ の場合、減衰力可変ダンパ3を圧効きに切換えておくことにより、 $d(X - Y) < 0$ であれば $(dX/dt) \times \{d(X - Y)/dt\} > 0$ が満たされ、制御力 $F = Cs \times (dX/dt)$ をダンパ圧縮側で発生させ、他方、 $d(X - Y) > 0$ であれば $(dX/dt) \times \{d(X - Y)/dt\} < 0$ となつて制御力 $F = 0$ となるので、減衰力可変ダンパ3は制御力を発生しないように制御する必要があるが、この場合にも、減衰力可変ダンパ3は伸長行程となつて制御力を発生しない状態となるので、特別な制御をする必要がない。なお、伸び効きと圧効きの切換えについては $dX/dt$ の正負の符合により行えばよい。したがって、このように減衰力可変ダンパ3を設定しておくことによって、簡単な構成によつてスカイックセミアクティブ制御の実現が可能であるとともに、制御力 $F = 0$ となる場合に特別な制御が必要なくなり制御応答遅れによる不具合もない。また、減衰力可変ダンパ3をこのような構成とし、伸び効きと圧効きの切換えを $dX/dt$ の正負の符合により行うようにしておくことで、車体1と台車2との相対速度 $d(X - Y)$ の検出が不要となるので、検出器6を省略することも可能となつて、鉄道車両の制振装置を一層安価で軽量なものとする事ができる。

10

20

30

40

50

#### 【0022】

なお、上記した車体1の横方向速度を検出する検出器5としては、たとえば、加速度センサあるいは速度センサを用いることができ、加速度センサを用いる場合には、検出された加速度を制御部4で積分して横方向速度を得てもよいし、別途、加速度から速度を演算する演算手段を制御部4の外方に設けてもよい。

#### 【0023】

また、車体1と台車2の横方向の相対速度を検出する検出器6としては、たとえば、減衰力可変ダンパ3のストロークを検出するストロークセンサや減衰力可変ダンパ3内の圧力を検出する圧力センサを用いることができ、ストロークセンサを用いる場合には、検出されたダンパ変位を制御部4で微分して相対速度を得てもよく、さらに、圧力センサを用いる場合には、該圧力を制御部4で相対速度に変換する演算をさせてもよい。

#### 【0024】

そして、図3に示すように、車両がN両連結されて編成列車をなしており、そのうち任意の車両 $VX$ ( $X$ は、1からNまでの任意の整数)には、当該車両 $VX$ 自身の路線上の走行位置を検出する走行位置検知器10が設けられている。

#### 【0025】

この走行位置検知器10で検知される車両 $VX$ の走行位置は、編成列車中のある車両に設置される中央車両モニタ11aとこれに接続される各車両 $Vn$ ( $n = 1, 2, 3 \dots N$ )ごとに設置される車両モニタ端末11bとで構成される車両モニタ装置11を介してリアルタイムに送られ、この車両モニタ装置11を介して、車両 $VX$ の走行位置が編成列車を構成する各車両 $Vn$ の制御部4に伝達されるようになっている。

#### 【0026】

なお、上記したように車両モニタ装置11を介して走行位置情報を各制御部4に伝達するのではなく、車両 $VX$ の走行位置検出器10から当該車両 $VX$ に搭載される制御部4に直接走行位置情報を伝達するとともに、該車両 $VX$ の制御部4から車両 $VX$ を除く他の車両 $Vn$ に搭載される各制御部4に走行位置情報を伝達するようにしてもよい。

#### 【0027】

また、各車両 $Vn$ にそれぞれ走行位置検出器10を搭載して、各車両 $Vn$ 毎の制御部4に走行位置情報を伝達するようにしても差し支えはないが、上記のような構成を採用することで走行位置検出器10を編成列車中に1つ設ければよいので、編成列車を安価にすることができる。

#### 【0028】

さらに、各車両 $Vn$ における制御部4は、上記した車両 $VX$ の走行位置情報を受け取ると、これを補正して自己が搭載されている車両 $Vn$ 、すなわち自車両 $Vn$ の走行位置を演

算するようになっており、自己が搭載されている車両  $V_n$  の正確な走行位置情報を得ることができるようになっている。

【0029】

なお、上記走行位置の補正については、たとえば、各車両  $V_n$  の制御部 4 に自車両  $V_n$  が編成列車中の何両目にあるかを認識させておき、これと、予め記憶させておいた車両長さおよび車両間隔とから任意車両  $V_X$  と自車両  $V_n$  の距離を判断し、当該自車両  $V_n$  の走行位置を任意車両  $V_X$  の走行位置を任意車両  $V_X$  と自車両  $V_n$  の距離分だけ補正するようにしておけばよい。

【0030】

また、各車両  $V_n$  の制御部 4 に自車両  $V_n$  が編成列車中の何両目にあるかを認識させるには、各車両  $V_n$  に搭載される制御部 4 同士をノードとしてカスケード接続されるように設定し、これら制御部 4 同士を繋ぐネットワークケーブルをリレー回路によって順番に開閉することや、他の自動認識が可能な方法で認識させてもよいし、また、他の車両位置検出装置からの編成列車における車両位置の入力を受けるようにしてもよく、さらには、直接手動で制御部 4 に何両目を入力するようにしてもよい。

10

【0031】

また、本実施の形態においては、各車両  $V_n$  の制御部 4 は、任意車両  $V_X$  における車両モニタ装置 11 から走行位置を受信するので、車両モニタ装置 11 に制御部 4 からあるいは車両位置検出装置からの車両位置情報を統括させて、各車両  $V_n$  の走行位置を車両モニタ装置 11 側で補正して各制御部 4 に正確な走行位置を送信させるようにしてもよい。

20

【0032】

さらに、各車両  $V_n$  と任意車両  $V_X$  との距離については、任意車両  $V_X$  が編成列車中の何両目にあるかということ各制御部 4 が認識する必要があるが、これについては、たとえば、上記した車両位置認識の終了後に車両  $V_X$  に搭載される制御部 4 が送信する情報に特別な ID を付しておくようにしておけば、該任意車両  $V_X$  を特定することができ、また、これについても、車両位置認識で上記したところと同様に、車両モニタ装置 11 に制御部 4 からあるいは車両位置検出装置からの車両位置情報を統括させて、車両モニタ装置 11 で判断して、各制御部 4 に当該距離を認識させるようにしてもよく、また、手動で直接的に各制御部 4 に任意車両  $V_X$  の位置を入力するようにしてもよい。

30

【0033】

つづいて、各車両  $V_n$  の制御部 4 のスカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理について説明する。

【0034】

このスカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理は、各制御部 4 の演算処理装置が上述の副記憶装置に格納されている変更処置プログラムを実行することで行われる。

【0035】

また、このスカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理に際しては、図 4 に示す別途副記憶装置に格納されている車両  $V_n$  の走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照することによって行われる。このマップは、車両  $V_n$  の走行位置とその走行位置に適したスカイフック減衰係数  $C_s$  との関係を示しており、編成列車が走行する予定の路線の路線条件に適したスカイフック減衰係数  $C_s$  が選択されるように設定されている。

40

【0036】

したがって、たとえば、図 4 に示すように、路線総距離が 20 km であって、該路線中において 5 km から 5.5 km までの間が曲線区間の路線条件であり、10 km から 11 km の間にトンネル区間の路線条件があり、13 km から 13.1 km の間に軌道狂い区間の路線条件があり、その他の区間は直線区間という路線条件である場合を想定すると、曲線区間、トンネル区間、軌道狂い区間におけるスカイフック減衰係数  $C_s$  を当該区間に最適となるように設定しておく。

【0037】

ここで、スカイフック減衰係数  $C_s$  の設定について少々説明する。一般的には、上記し

50

た曲線区間、トンネル区間、軌道狂い区間にあつては、振動成分が直線区間におけるそれより高くなる。スカイフック減衰係数 $C_s$ を高くすれば高くするほど外乱によって振動する車体に対する制振効果は高くなるが、制御系の遅れにより周波数の高い軌道外乱に関する車体振動に対しては十分に制振できなくなる場合がある。そこで、トンネル区間走行時のように空力による振動が支配的である路線条件では、車体の振動を効果的に制御できるようにスカイフック減衰係数 $C_s$ を高めるとよい。特に、このトンネル区間にあつては、編成列車がトンネル内に侵入すると車体1とトンネル内壁との間の空気の流れによってトンネル外における車体1の振動より大きな振動を呈することが分かっており、このようなトンネル区間におけるスカイフック減衰係数 $C_s$ を他の区間より大きくしておくことで振動を効果的に抑制することができる。

10

## 【0038】

直線区間では軌道外乱による振動が支配的であるため、スカイフック減衰係数 $C_s$ を高く設定しすぎると、上記したように制御系の遅れによって振動を十分に抑制できない場合があるため、低めのスカイフック減衰係数 $C_s$ にて軌道外乱絶縁性を高める制御特性としておくことで車体の振動を効果的に抑制することが可能である。

## 【0039】

また、曲線区間では、軌道の外乱成分が大きく、たとえ減衰力可変ダンパ3で振動を絶縁しても空気パネAを介して車体1に伝達される振動が大きく、伝達された振動を抑制するためにスカイフック減衰係数 $C_s$ を高く設定しておく必要がある場合がある。したがって、曲線区間に関しては軌道条件により直線区間に対してスカイフック減衰係数 $C_s$ を高めに、あるいは逆に低めに設定する方がよい場合もあるので、その曲線区間に最適となるようにスカイフック減衰係数 $C_s$ を選べばよい。

20

## 【0040】

さらに、上記した曲線区間、トンネル区間、軌道狂い区間の他にも、特に、路線中に横風の発生が頻発する区間等、何らかの車体1に振動をもたらす外乱がある区間にあつては、上記したようにスカイフック減衰係数 $C_s$ を直線区間におけるそれと異なるようにしておくことも可能である。

## 【0041】

なお、図示したところでは、スカイフック減衰係数 $C_s$ を路線条件の境で不連続に変更するようなマップとなっているが、連続的に変化するように設定してもよい。

30

## 【0042】

そして、このスカイフック減衰係数 $C_s$ の変更処理に際して、車両の走行位置に対して関連付けられるスカイフック減衰係数 $C_s$ のデータを使用すればよいので、データ量が膨大となって制御が煩雑となることがない。

## 【0043】

以下、上記スカイフック減衰係数 $C_s$ の変更処理を図5に示したフローチャートに基づいて説明すると、ステップF1では、制御部4は、車両モニタ装置11から受信して主記憶装置内に一時格納しておいた任意車両VXの走行位置情報を読み込む。

## 【0044】

つづいて、ステップF2では、制御部4は、車両の走行位置情報を補正するために、予め認識しておいた車両の走行位置を検出する任意車両VXから自車両Vnの走行位置との距離分を車両の走行位置から補正して、自車両Vnの正確な走行位置を演算処理する。

40

## 【0045】

さらに、ステップF3に移行して、自車両Vnの走行位置情報から上記した車両Vnの走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照し、スカイフック減衰係数 $C_s$ を決定する。

## 【0046】

最後に、ステップF4に移行し、制御部4は、前回処理時に決定されたスカイフック減衰係数をステップF3にて決定されたスカイフック減衰係数 $C_s$ に上書きして変更し主記憶装置内に格納する。

50



## 【0047】

次に、スカイフックセミアクティブ制御に移る。このスカイフックセミアクティブ制御は、上記スカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理によって決定されるスカイフック減衰係数  $C_s$  を利用して、制御部4の演算処理装置によって実行される。このスカイフックセミアクティブ制御の演算処理について、図6に示したフローチャートに基づいて説明すると、ステップF11では、制御部4は、決定されたスカイフック減衰係数  $C_s$  を読み込む。

## 【0048】

つづいて、ステップF12に移行して、制御部4は、 $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\}$  を演算し、これが  $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} = 0$  を満たすか否かを判断する。

10

## 【0049】

そして、ステップF12の判断で、 $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} = 0$  を満たしている場合は、ステップF13に移行して、制御部4は、上記決定されたスカイフック減衰係数  $C_s$  を利用して制御力  $F$  を  $F = C_s \times (dX/dt)$  の式にて演算する。他方、 $(dX/dt) \times \{d(X-Y)/dt\} \neq 0$  を満たしていない場合は、ステップF14に移行し、制御部4は、制御力  $F$  を0とする。

## 【0050】

さらに、ステップF15に移行して、制御部4は、上記ステップF13あるいはステップF14で演算した制御力  $F$  を減衰力可変ダンパ3の制御弁を駆動するドライバ等に制御信号を出力する。

20

## 【0051】

このようにして制御部4によってスカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理およびスカイフックセミアクティブ制御の一連の制御が実施され、減衰力可変ダンパ3に最適な制御力を発生させて車体1の振動を抑制する。

## 【0052】

したがって、この鉄道車両の制振装置によれば、車両  $V$  の走行位置に最適となるスカイフック減衰係数  $C_s$  に変更することが可能であるので、常に車両  $V$  の走行している路線条件に最適なスカイフック減衰係数  $C_s$  でスカイフックセミアクティブ制御を実施でき、車体1の振動を効果的に抑制することができ、これによって、車両における乗り心地が飛躍的に向上することになる。

30

## 【0053】

また、上記スカイフック減衰係数  $C_s$  の変更の際して、膨大なデータを予め取得しておく必要もなく、制御処理も簡単であり、さらに、アクティブ制御装置に必要な流体圧源等の搭載の必要がない装置自体が安価で重量も軽量のセミアクティブな制振装置で路線条件によらずに車体1の振動を効果的に抑制することができるので、経済性および実用性が向上する。

## 【0054】

そしてさらに、この鉄道車両の制振装置にあつては、各車両  $V_n$  に搭載される制御部4において、各車両  $V_n$  の走行位置を正確に把握することができるので、たとえば、先頭車両  $V_1$  がトンネル内を走行中であつて次車両  $V_2$  がトンネル内にまだ侵入していない状況となつている場合には、車両  $V_1$  のみの制御部4においてトンネル内走行に最適となるスカイフック減衰係数  $C_s$  に変更され、車両  $V_2$  以降の車両  $V_n$  の各制御部4におけるスカイフック減衰係数  $C_s$  は、トンネル区間直前の路線条件に最適となるスカイフック減衰係数  $C_s$  に維持されたままであり、このような場合に、車両  $V_2$  以降の車両  $V_n$  でのスカイフック減衰係数  $C_s$  が路線条件にマッチしなくなってしまう事態が防止され、車両  $V_2$  以降の車両  $V_n$  における乗り心地が悪化してしまうことがない。

40

## 【0055】

すなわち、この鉄道車両の制振装置にあつては、各制御部4におけるスカイフック減衰係数  $C_s$  は、先頭車両  $V_1$  の異なる路線条件への突入から最後尾車両  $V_N$  の該異なる路線条件へ突入まで、先頭車両  $V_1$  から順に徐々にスカイフック減衰係数  $C_s$  が変更されてい

50

くことになる。したがって、異なる路線条件の境を進行方向に長尺となる編成列車が走行中に先頭側と後方側で路線条件が異なってしまう状況下にあっても、各車両  $V_n$  が走行中である路線条件に最適なスカイフック減衰係数  $C_s$  で制御することができ、異なる路線条件の境を編成列車が走行中であっても各車両  $V_n$  における乗り心地を向上することが可能である。

#### 【0056】

つづいて、他の実施の形態における鉄道車両の制振装置について説明する。この制振装置にあっては、ハードウェアとしては、上記した一実施の形態における鉄道車両の制振装置と同様であり、異なるのは、スカイフック減衰係数  $C_s$  を変更する変更処理手法のみである。

10

#### 【0057】

この異なるスカイフック減衰係数変更処理について説明する。この他の実施の形態にあっては、図7に示す別途副記憶装置に格納されている車両  $V_n$  の走行位置に予め関連付けられる路線条件マップと、図8に示す路線条件に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照してスカイフック減衰係数  $C_s$  を変更する。

#### 【0058】

この路線条件マップは、車両  $V_n$  の走行位置とその走行位置の路線条件との関係を示しているが、実路線より少し手前にずらしてトンネル区間等の路線区間が始まるように予め設定されており、たとえば、図7に示すように、実路線において、路線総距離が20kmであって、5kmから5.5kmまでの間が曲線区間であり、10kmから11kmの間がトンネル区間の路線条件であり、13kmから13.1kmまでが軌道狂い区間の路線条件である場合には、4.99kmから5.5kmまでが曲線区間の路線条件として走行位置に関連付けられ、9.99kmから11kmまでがトンネル区間の路線条件として走行位置に関連付けられ、さらには、12.99kmから13.1kmまでが軌道狂い区間の路線条件として走行位置に関連付けられるように設定されている。つまり、走行位置に関連付けられる各路線条件の条件開始点は、実路線における路線条件の条件開始点より手前にずらしてある。

20

#### 【0059】

なお、上記した条件開始点を手前にずらす距離については、実際に車両が走行する速度によって任意に設定すればよい。

30

#### 【0060】

他方、路線条件に関連付けられるスカイフック減衰係数マップは、図8に示すように、直線区間の路線条件に対してスカイフック減衰係数  $C_s$  の値  $G_1$  が、曲線区間の路線条件に対してスカイフック減衰係数  $C_s$  の値  $G_2$  が、トンネル区間の路線条件に対してスカイフック減衰係数  $C_s$  の値  $G_3$  が、軌道狂いの区間の路線条件に対してはスカイフック減衰係数  $C_s$  の値  $G_4$  が、というように関連付けられている。

#### 【0061】

なお、上記したところでは、路線条件を単純に直線区間、曲線区間、トンネル区間、軌道狂い区間として、それぞれに対応するスカイフック減衰係数  $C_s$  の値を関連付けているが、曲線区間等を曲線区間1、曲線区間2というように細分化して、細分化された路線条件に対してスカイフック減衰係数  $C_s$  の値を関連付けるようにしてもよい。

40

#### 【0062】

そして、この他の実施の形態においては、上記二つのマップを使用してスカイフック減衰係数  $C_s$  を変更するのであるが、走行位置のそれぞれに対して直接スカイフック減衰係数  $C_s$  を関連付けるよりデータ量を少なくすることができ、制御がより一層簡易となる。

#### 【0063】

つづいて、上記スカイフック減衰係数  $C_s$  の変更処理を図9に示したフローチャートに基づいて説明すると、ステップF21では、制御部4は、車両モニタ装置11から受信して主記憶装置内に一時格納しておいた車両の走行位置情報を読み込む。

#### 【0064】

50

つづいて、ステップ F 2 2 では、制御部 4 は、車両の走行位置情報を補正するために、予め認識しておいた車両の走行位置を検出する任意車両 V X から自車両 V n の走行位置との距離分を車両の走行位置から補正して、自車両 V n の正確な走行位置を演算処理する。

【 0 0 6 5 】

さらに、ステップ F 2 3 に移行して、自車両 V n の走行位置情報から上記した車両 V n の走行位置に予め関連付けられる路線条件マップを参照し、自車両 V n が走行中である路線条件を判断する。

【 0 0 6 6 】

つづいて、ステップ F 2 4 に移行し、制御部 4 は、ステップ F 2 3 にて認識した路線条件から路線条件に関連付けられるスカイフック減衰係数マップを参照して、スカイフック減衰係数 C s を決定する。

【 0 0 6 7 】

なお、たとえば、自車両 V n の走行位置がトンネル区間の路線条件であれば、スカイフック減衰係数 C s の値を、値 G 3 に設定することになる。

【 0 0 6 8 】

最後に、ステップ F 2 5 に移行し、制御部 4 は、前回処理時に決定されたスカイフック減衰係数 C s をステップ F 2 4 にて決定されたスカイフック減衰係数 C s に上書きして主記憶装置内に格納する。

【 0 0 6 9 】

そして、制御部 4 は、上記のようにして決定されたスカイフック減衰係数 C s を利用して一実施の形態で説明したスカイフックセミアクティブ制御処理を実行して、車体 1 の振動を抑制することになる。

【 0 0 7 0 】

したがって、この他の実施の形態における鉄道車両の制振装置によれば、車両 V の走行位置に最適となるスカイフック減衰係数 C s に変更することが可能であるので、常に車両 V の走行している路線条件に最適なスカイフック減衰係数 C s でスカイフックセミアクティブ制御を実施でき、車体 1 の振動を効果的に抑制することができ、これによって、車両における乗り心地が飛躍的に向上することになる。

【 0 0 7 1 】

また、他の実施の形態における鉄道車両の制振装置にあっても、上記スカイフック減衰係数 C s の変更の際して、膨大なデータを予め取得しておく必要もなく、制御処理も簡単であり、さらに、アクティブ制御装置に必要な流体圧源等の搭載の必要がない装置自体が安価で重量も軽量のセミアクティブな制振装置で路線条件によらずに車体 1 の振動を効果的に抑制することができるので、経済性および実用性が向上する。

【 0 0 7 2 】

また、この他の実施の形態における鉄道車両の制振装置にあっても、各車両 V n が走行中である路線条件に最適なスカイフック減衰係数 C s で制御することができ、異なる路線条件の境を編成列車が走行中であっても各車両 V n における乗り心地を向上することが可能である。

【 0 0 7 3 】

そして、さらに、この他の実施の形態における鉄道車両の制振装置にあっては、路線条件の条件開始点が実路線の条件開始点より手前にずらして走行位置に関連付けられるマップを備えているので、たとえば、車両 V n が異なる路線条件に突入する際に、スカイフック減衰係数 C s を走行予定となる路線条件に最適となるスカイフック減衰係数 C s に変更しておくことができ、これによって減衰力可変ダンパ 3 等の制御応答遅れによる異なる路線条件突入時の振動抑制が不十分となる事態が回避され、車両における乗り心地をより一層向上させることができる。

【 0 0 7 4 】

なお、路線条件の条件開始点が実路線の条件開始点より手前にずらして走行位置に関連付けられるマップを備える代わりに、車両の速度を制御部 4 に入力してその速度に基づい

10

20

30

40

50

て減衰力可変ダンパ3等の制御応答遅れを加味した制御を行うようにしてもよいが、上記した路線条件の条件開始点が実路線の条件開始点より手前にずらして走行位置に関連付けられるマップを利用した制御をすることによって制御を簡易とすることができ、また、制御部4の演算処理装置の負担を軽減することができる。

【0075】

以上で、本発明の実施の形態についての説明を終えるが、本発明の範囲は図示されまたは説明された詳細そのものには限定されないことは勿論である。

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図1】一実施の形態における鉄道車両の制振装置のシステムにおける一例を示す図である。 10

【図2】一実施の形態における鉄道車両の制振装置を搭載した車両の平面図である。

【図3】鉄道車両の制振装置を搭載した車両を複数連結して編成列車とした状態を示す図である。

【図4】車両の走行位置に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップの一例を示す図である。

【図5】一実施の形態におけるスカイフック減衰係数の変更処理手順を示すフローチャートである。

【図6】一実施の形態における鉄道車両の制振装置におけるスカイフックセミアクティブ制御手順を示すフローチャートである。 20

【図7】車両の走行位置に予め関連付けられる路線条件マップの一例を示す図である。

【図8】路線条件に予め関連付けられるスカイフック減衰係数マップの一例を示す図である。

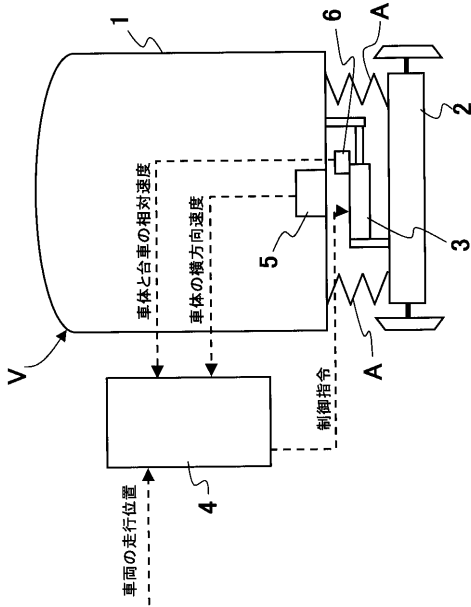
【図9】他の実施の形態におけるスカイフック減衰係数の変更処理手順を示すフローチャートである。

【符号の説明】

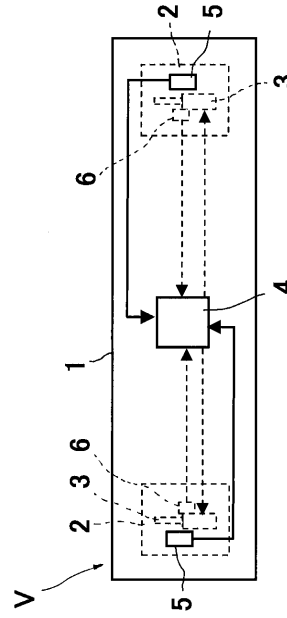
【0077】

- 1 車体
- 2 台車
- 3 減衰力可変ダンパ
- 4 制御部
- 5, 6 検知器
- 10 走行位置検知器
- 11 車両モニタ装置
- V, V<sub>n</sub>, V<sub>X</sub> 車両

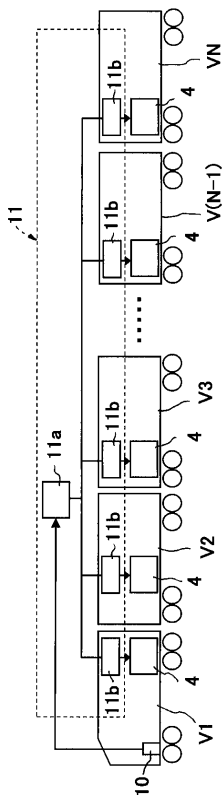
【 図 1 】



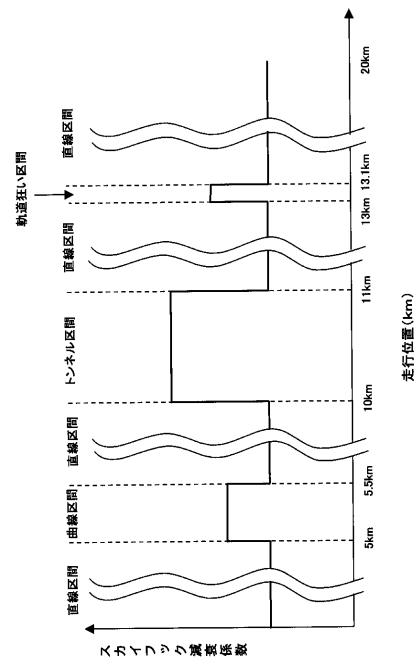
【 図 2 】



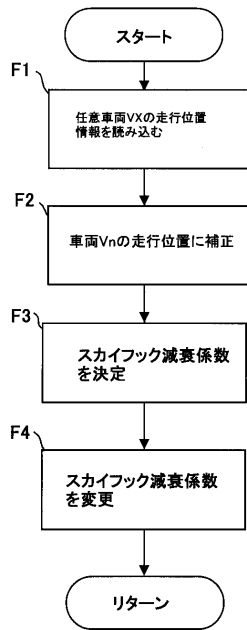
【 図 3 】



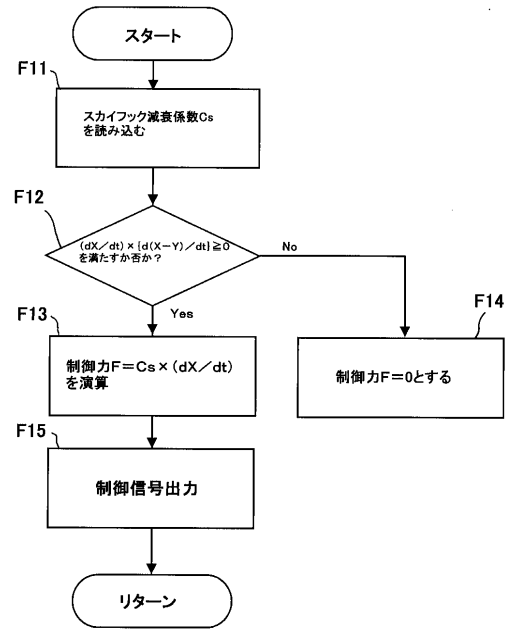
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



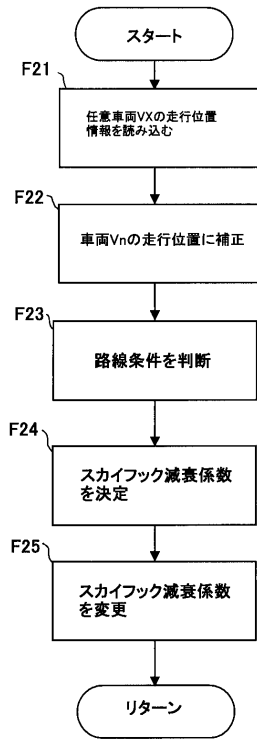
【 図 7 】

走行位置	路線条件
・ ・ ・	直線区間
4. 9km ・ 5. 5km	曲線区間
・ ・	直線区間
9. 9km ・ 11km	トンネル区間
・ ・	直線区間
12. 9km ・ 13. 1km	軌道狂い区間
・ ・ ・ 20km	直線区間

【 図 8 】

路線条件	スカイフック減衰係数
直線区間	G1
曲線区間	G2
トンネル区間	G3
軌道狂い区間	G4

【 図 9 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 坂上 啓  
愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 難波 廣一郎  
愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 白井 俊一  
愛知県名古屋市中村区名駅1丁目1番4号 東海旅客鉄道株式会社内
- (72)発明者 小川 義博  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
- (72)発明者 牧 寛司  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
- (72)発明者 鳥海 拓弥  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
- (72)発明者 石井 大輔  
東京都港区浜松町二丁目4番1号 世界貿易センタービル カヤバ工業株式会社内
- Fターム(参考) 3D301 AA04 AA69 AA71 BA09 EA13 EA85 EA86 EB13 EC01 EC06  
EC08 EC11